

RADAR

Publication number: JP2000292530

Publication date: 2000-10-20

Inventor: KATO EIICHI; MACHIDA KOICHI; ISHIZAKA HIROYUKI

Applicant: HINO MOTORS LTD

Classification:

- international: G01S13/34; G01S13/38; G01S13/00; (IPC1-7):
G01S13/34; G01S13/38

- european:

Application number: JP19990103245 19990409

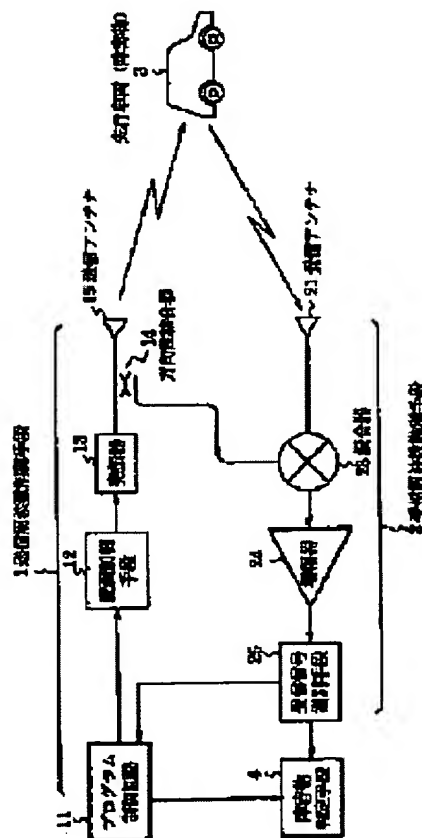
Priority number(s): JP19990103245 19990409

Report a data error here

Abstract of JP2000292530

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely sense an obstacle at almost zero of a relative speed by alternately selecting a frequency of a transmitted wave according to two different modulation systems, transmitting it, and measuring a distance between two vehicles with a high accuracy including a region in which the relative speed becomes almost zero.

SOLUTION: The radar comprises a transmitting frequency control means 1 and a receiving frequency control means 2. The means 1 has a program controller 11, a modulation control means 12, an oscillator 13, a directional coupler 14 and a transmitting antenna 15. The means 2 has a receiving antenna 21, a mixer 23, an amplifier 24, and a receiving signal identifying means 25. With the constitution, when switching number of times and sweeping number of times are set by the controller 11, the means 12 controls the oscillator 13 according to the set signal, and alternately switches two frequencies from the antenna 15. A reflected wave from an obstacle 3 is received by the antenna 21, mixed with a part of the transmitted wave from the coupler 14, and transmitted to an obstacle deciding means 4 from the means 25.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

① 311511

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-292530

(P2000-292530A)

(43)公開日 平成12年10月20日(2000. 10. 20)

(51) IntCl.?

G O I S 13/34
13/38

識別記号

FI

G O I S 13/34
13/38

チーアゴート[®] (参考)

BJ070

審査請求 未請求 請求項の数10 O/L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-103245

(22) 出願日 平成11年4月9日(1999.4.9)

(71)出願人 000005463

日野自動車株式会社

東京都日野市日野台3丁目1番地1

(72) 究明者 加藤 栄一

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
自動車工業株式会社内

(72)発明者 町田 耕一

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
自動車工業株式会社内

(74) 代理人 100078237

井理士 井出 直孝 (外1名)

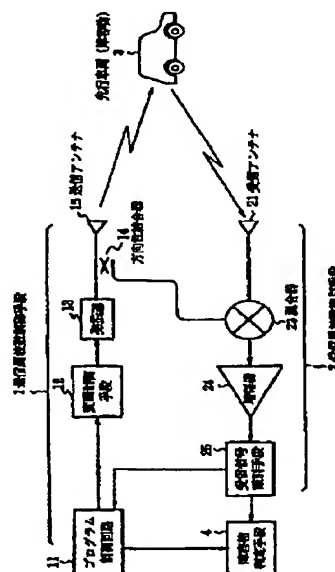
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【目的】自動車用レーダ装置として利用される二つの周波数変調方式（FMCW方式および二周波CW方式）の短所を互いに補足して利用する。

【構成】この二つの周波数変調方式をプログラム制御回路により切換えて利用する。特に、レーダ装置との相対速度がほとんど零になったときに、相互補正を行い表示が消滅することがないようにする。



(2)

特開2000-292530

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信周波数を変調する手段と、その送信周波数に対応して受信反射波の周波数または位相を識別する手段とを含むレーダ装置において、

前記送信周波数を変調する手段は、二つの周波数を交互に送信する第一のモード（二周波CW）と、時間の経過とともに周波数を掃引する第二のモード（FMCW）とを切替える制御手段を含むことを特徴とするレーダ装置。

【請求項2】 前記制御手段は、プログラム制御回路を含む請求項1記載のレーダ装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記第一のモード（二周波CW）で m 回の周波数切替を行い、ついで前記第二のモード（FMCW）で n 回の周波数掃引を行う手段を含む請求項2記載のレーダ装置。

【請求項4】 m および n が可変に設定される請求項3記載のレーダ装置。

【請求項5】 前記制御手段は、障害物の識別能力に応じて前記 m と n の比率を変更する手段を含む請求項4記載のレーダ装置。

【請求項6】 前記制御手段は、障害物の識別能力に応じて前記第二のモードの変調周波数幅、変調信号の繰り返し周波数、および変調周波数の上限および下限の変化の組み合わせを変更する手段を含む請求項5記載のレーダ装置。

【請求項7】 m と n の比率を手動で可変に設定する手段を含む請求項4記載のレーダ装置。

【請求項8】 送信周波数を変調する手段と、その送信周波数に対応して受信反射波の周波数または位相を識別する手段とを含み、その送信周波数を変調する手段には、二つの周波数のいずれかを切替えて送信する第一のモード（二周波CW）と、時間の経過とともに周波数を掃引する第二のモード（FMCW）とを切替えて利用する手段を含むレーダ装置において、前記第一のモード（二周波CW）および前記第二のモード（FMCW）でそれぞれ障害物の識別情報を取込む第一の処理手段と、

このレーダ装置に対する相対速度がほとんど零である障害物が検出される場合には、前記第二のモードでの障害物の情報を前記第一のモードでの障害物の情報と照合しその距離値を修正する第二の処理手段とを備えたことを特徴とするレーダ装置。

【請求項9】 前記第二の手段により修正された相対速度がほとんど零である障害物の情報を時系列的に蓄積する第三の処理手段と、

新たに検出された相対速度がほとんど零である障害物をこの第三の処理手段に蓄積された情報と照合する第四の処理手段とを含む請求項8記載のレーダ装置。

【請求項10】 検出された相対速度がほとんど零である障害物について、あらかじめ設けられた判定マップ情報

にしたがって表示の要否を判定する第五の処理手段を含む請求項8または9記載のレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、先行路上に存在する障害物までの路上距離および速度を識別するための自動車用レーダ装置として開発されたものであるが、自動車用以外にも広く利用することができる。本発明は、一つの周波数変調方式によるレーダ装置に、二つの異なるレーダ動作モードを切替えて実行する制御回路を実装し、利用場面に応じて二つのレーダ動作モードを切替えて利用する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】先行路上に存在する先行車両などの障害物までの距離および速度を識別するための自動車用レーダ装置として、周波数変調方式によるレーダ装置が広く知られている。その最も有名な方式であるFMCW方式（Frequency Modulation Continuous Wave）は、連続的に送信する送信信号を三角波または鋸歯状波で周波数変調し、受信される反射波周波数と送信周波数との差分周波数に相当するビート信号を検出して、目標までの距離および目標との相対速度を検出するものである。すなわち、目標までの距離が大きいたまには、送信から受信までの時間が長いからその間に変調周波数が変化しているため、ビート信号の周波数が高くなり、目標までの距離が小さいときには、送信から受信までの時間が短いから、ビート信号の周波数が低くなる。したがってビート信号の周波数を観測することにより、目標までの距離がわかり、ビート信号周波数の変動を観測することにより、目標との相対速度がわかる。

【0003】さらに実用的なFMCW方式の原理を説明すると、送信アンテナから図7（a）に実線で示すように、時間の経過に対してほぼ直線的に周波数が周期的に変化する周波数変調信号を送信する。この例では、中心周波数 f_0 、周波数偏位 ΔF の周波数変調信号を変調周期が $1/f_m$ となるようにして（変調周波数 f_m ）送信する。図7の横軸は時間軸であり、縦軸は周波数を示す。この送信波が目標物に反射して、送信アンテナとほとんど等しい位置に配置された受信アンテナに到来すると、その受信信号は時間 $T=2R/c$ だけ時間が遅れて、破線で示すような周波数変調波となる。ここで、 R は送信または受信アンテナから目標物までの距離、 c は光速を表す。したがって、受信信号と送信信号を混合して検波すると、その周波数差がビート信号として検出される。このビート信号はレーダ装置と目標物との相対速度が零であるとき、図7（b）のようになる。この図7（b）の横軸は同図（a）と同一の時間軸であり、縦軸はビート周波数を表す。

【0004】レーダ装置と目標物との間に相対速度 V があると、送信信号と受信信号との関係は図8（a）のよ

(3)

特開2000-292530

うになり、ビート周波数は図8(b)のようになる。すなわち、受信されるビート周波数の平均値からレーダ装置と目標物との距離がわかり、ビート周波数の変動幅から相対速度 V を知ることができる。

【0005】周波数変調方式による別の方式として、二周波CW方式と呼ばれるものがある。この方式は、 Δf 離れた二つの周波数を交互に送信し、あるいは送信信号に変調周波数 Δf の周波数変調を施して送信し、受信される反射波と送信波との周波数差を検出するものである。目標までの距離は到来する反射波との時間差により検出され、目標との相対速度はドップラ周波数により検出する。

【0006】すなわち、周波数変調を行う二周波CW方式は、図9(a)に実線で示すような周波数変調された信号を送信する。これが目標物に反射して受信されると図9(a)の破線で示すように時間 T だけ遅れる。一方、この送信信号と受信信号との差周波数すなわちビート周波数は、図9(b)のようになる。このビート周波数が大きく変動する時間幅 T はレーダ装置と目標物との間の距離 R に比例し、 $T = 2R/c$

となる。 c は光速である。図9(b)に示す時間 T_r に現れるビート周波数 f_d は、ドップラ効果に基づく周波数である。

【0007】送信する二つの送信波の位相差を $\Delta\phi$ とすれば、レーダ装置と目標物との間の距離 R は、 $R = c \cdot \Delta\phi / 4\pi \cdot \Delta f$ により求めることができる。

【0008】また、送信周波数を f_0 、ドップラ周波数を f_d とすれば、目標物との相対速度 V は、 $V = c \cdot f_d / 2 \cdot f_0$ により求めることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記FMCW方式では、図7(a)に示す送信信号の三角波で表される周波数の変化が時間の変化に対して直線的でないと、同図(b)に表されるビート周波数 f_r は平坦にならない。これは図8に示す相対速度についても同様である。発振周波数の変化を時間に対して直線的にするには、発振器を構成するバラクタダイオードへの印加電圧変化をダイオードの特性に合わせて補償することが必要であり、複雑な回路を必要とすることになり、高価になるとともに回路規模が大型化する。

【0010】一方上記二周波CW方式では、二つの周波数のみを使用するので周波数変化の直線性とは無関係である。また変調周波数は Δf だけ周波数の異なる二周波数を切換えればよいのであるから、その変調制御回路の構成は簡単である。しかしこの方式は本質的にドップラレーダであるから、相対速度が零に近くなるとビート周波数を検出することが不可能になる。すなわち、図9で

レーダ装置と目標物との相対速度が零になると、ビート周波数として Δf は検出されるが、周波数および位相情報を得るための時間 T_r にわたりビート周波数 f_b は検出されないことになるので、相対速度が零のときにはレーダ装置と目標物との距離が検知不能となることになる。

【0011】本発明はこのような背景に行われたものであって、回路構成が簡単であり、しかも相対速度が零に近くなったときにも検出することができるレーダ装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、送信波の周波数を二つの異なる変調方式を交互に選択して送信し、それぞれの方式の利点を活用して相対速度が零近傍になる領域を含めて高い精度で車間距離を計測できるように構成したことを特徴とする。

【0013】すなわち、本発明の第一の特徴は、送信周波数を変調する手段と、その送信周波数に対応して受信反射波の周波数または位相を識別する手段を含むレーダ装置において、その送信周波数を変調する手段は、二つの周波数を交互に送信する第一のモード(二周波CW)と、時間の経過とともに周波数を掃引する第二のモード(FMCW)とを切替える制御手段を含むことを特徴とする。

【0014】この制御手段はプログラム制御回路によることが望ましい。

【0015】この制御手段は、前記第一のモード(二周波CW)で m 回の周波数切換を行い、ついで前記第二のモード(FMCW)で n 回の周波数掃引を行う手段を含む構成とすることができる。

【0016】この m および n を可変に設定することができる。この制御手段は、障害物の識別能力に応じて前記 m と n の比率を変更するように構成することができる。

【0017】この制御手段は、障害物の識別能力に応じて前記第二のモードの変調周波数幅、変調信号の繰り返し周波数、および変調周波数の上限および下限の変化の組み合わせを変更するように構成することができる。

【0018】この m と n の比率を手動で可変に設定する構成とすることができる。

【0019】二周波CW方式による第一のモードを設定したときは、時間の経過とともに二つの周波数を交互に切り換え、障害物との相対速度をドップラ周波数により演算し、障害物との距離を二つの周波数の位相差により演算する。

【0020】FMCW方式による第二のモードを設定したときは、時間の経過に対してほぼ直線的に周波数が周波数変調信号を周期的に送信し、この送信波の反射波を受信し送信波の一部と混合して検波する。この検波した受信波の周波数差をビート信号として検出し、そのビート周波数の平均値から障害物との距離を演算するとともに

(4)

特開2000-292530

に、ビート周波数の変動幅から障害物との相対速度を演算する。

【0021】この第一のモードおよび第二のモードの切換え設定はプログラム制御回路が行う。すなわち、第一のモードを設定し二周波CW方式により二つの周波数の送信を m 回切換えた後に、第二のモードを設定しFMCW方式により n 回の周波数掃引を行う。この切換え動作はレーダ装置の動作中の時間にわたり繰り返して自動的にかつ継続的に行う。

【0022】二つの周波数を切換える切換え回数 m および周波数を掃引する掃引回数 n は可変に設定できるように構成すると、そのときの走行状況における障害物の識別能力に応じて、周波数切換え回数 m と周波数掃引回数 n の比率を変更することができる。すなわち、相対速度が零近傍の場合には二周波CW方式での識別能力が小さくなるので、周波数切換え回数 m を小さくして周波数掃引回数 n を大きくする。また、相対速度が零近傍以外のときにはFMCW方式での識別能力が小さくなるので、周波数切換え回数 m を大きくして周波数掃引回数を小さくする。

【0023】さらに、そのときの走行状況における障害物の識別能力に応じて、第二のモード設定時のFMCW方式による送信の変調周波数幅、変調信号の繰り返し周波数、変調周波数の高低の変化の組合せを変更することができる。このような制御を行うことにより、目標までの距離および目標との相対速度の検出精度を高くすることができるとともに、目標との相対速度が零になった状態が長くつづくような場合にも、目標を見失うようなことをなくすることができる。

【0024】相対速度が零になっている目標については、自転車との衝突や交差には直接関係がないので、その目標までの距離の検出に多少の誤差が発生していてもそれは実用上は許容することができる。また、相対速度が零になった目標に対しては、FMCW方式により目標が確認されているときには、その二周波CW方式により検出が可能であった直前の距離検出値をひきつづき表示させる構成とすることができる。このようにして、FMCW方式の周波数の直線性を向上させるために高価な回路を採用しなくとも、また相対速度が零に等しくなったときにも目標を見失うことがなくなり、実用的に十分に対応することができる。

【0025】第一のモードおよび第二のモードにおける送信回数 m および n の選択設定を運転者の操作によっても行える構成にしておけば利用上便利である。これにより、運転者が相対速度によるレーダの検知能力の不足を感じたときには、 m 、 n 値を変更することによって、二つのモードの特性値の重み付けを変える操作を行うことができる。

【0026】本発明の第二の特徴は、このようなレーダ装置による障害物の検出を自動的に行うものである。特

にレーダ装置との相対速度が零である障害物についてその真偽を自動的に判定するものである。

【0027】すなわち本発明は、送信周波数を変調する手段と、その送信周波数に対応して受信反射波の周波数または位相を識別する手段とを含み、その送信周波数を変調する手段には、二つの周波数のいずれかを切換えて送信する第一のモード（二周波CW）と、時間の経過とともに周波数を掃引する第二のモード（FMCW）とを切換えて利用する手段を含むレーダ装置において、前記第一のモード（二周波CW）および前記第二のモード（FMCW）でそれぞれ障害物の識別情報を取込む第一の処理手段と、このレーダ装置に対する相対速度がほとんど零である障害物が検出される場合には、前記第二のモードでの障害物の情報を前記第一のモードでの障害物の情報と照合しその距離値を修正する第二の処理手段とを備えたことを特徴とする。

【0028】さらに本発明の装置は、前記第二の手段により修正された相対速度がほとんど零である障害物の情報を時系列的に蓄積する第三の処理手段と、新たに検出された相対速度がほとんど零である障害物をこの第三の処理手段に蓄積された情報と照合する第四の処理手段とを含む構成とすることができる。

【0029】さらにこの装置は、検出された相対速度がほとんど零である障害物について、あらかじめ設けられた判定マップ情報にしたがって表示の要否を判定する第五の処理手段を設けることができる。

【0030】すなわちこの装置では、第一のモードで二周波CW方式により二つの周波数の送信波を m 回放射しその反射波から障害物の情報を取込む。次いで、第二のモードでFMCW方式により時間の経過とともに掃引された周波数の送信波を n 回放射しその反射波から障害物の情報を取込む。この取込んだ障害物の情報から相対速度が零でない障害物については、第一のモードでの検出出力を有効にして注目する障害物のデータとして出力する。また、相対速度がほとんど零となる障害物がある場合には、第一のモードでの二周波CW方式では検出することができないので、第二のモードでのFMCW方式により障害物を検出し注目する障害物のデータを出力する。

【0031】この第一のモードおよび第二のモードによる障害物の情報は時系列的に蓄積し、蓄積された障害物情報と順次対比して障害物であるか否かの判定を行う構成とすることができる。この注目障害物の判定では、前方の一定以上の距離にある障害物や所定の角度より外側にある障害物は障害物データとして必要ないものであるため出力データから除去する。これは、あらかじめ備えられた注目障害物判定マップに基づいて行われる。

【0032】本発明の装置は、前述したように、二つの周波数変調方式を交互に利用するものであるが、送受信装置のハードウェアは一系統でよい。すなわち変調周波

(5)

特開2000-292530

数の制御はソフトウェアにより実行するので、二周波数CW方式による従来装置からそのハードウェアを変更することなくソフトウェアを変更することにより本発明を実施することができる。

【発明の実施の形態】

【実施例】（第一実施例）図1は本発明第一実施例の要部の構成を示すブロック図である。図2は本発明第一実施例の送信周波数の変化を示す動作タイミング図である。

【0033】本発明第一実施例は、送信周波数を制御する送信周波数制御手段1と、この送信周波数制御手段1が送信する送信周波数に対応して受信反射波の周波数を識別する受信周波数識別手段2とが備えられる。

【0034】送信周波数制御手段1は、プログラム制御回路11と、このプログラム制御回路11の制御にしたがって変調制御を行う変調制御手段12と、この変調制御手段12の制御にしたがって送信波を発生する発振器13と、この発振器13からの送信波に方向性を与える方向性結合器14と、発振器13からの送信波を先行車両3に向けて送信する送信アンテナ15とにより構成される。

【0035】プログラム制御手段11には、その送信周波数として二つの周波数を用いる第一のモード（二周波CW）を設定する手段と、その送信周波数として時間の経過とともに掃引した周波数を用いる第二のモード（FMCW）を設定する手段と、第一のモード（二周波CW）でm回の周波数切換を行い、ついで第二のモード（FMCW）でn回の周波数掃引を行う手段と、障害物の識別能力に応じて前記mとnの比率を変更する手段と、障害物の識別能力に応じて第二のモードの変調周波数幅、変調信号の繰り返し周波数、変調周波数の高低の変化の組み合わせを変更する手段と、前記mとnとの比率を手動で可変に設定する手段とが含まれる。このmまたはnは可変に設定することができる。

【0036】受信周波数識別手段2は、先行車両3などの障害物からの反射波を受信する受信アンテナ21と、この受信アンテナ21が受信した反射波と方向性結合器14からの送信波の一部とを混合する混合器23と、この混合器23の出力を増幅する増幅器24と、この増幅器24からの受信波の周波数および位相の識別を行いプログラム制御回路11に送出する受信信号識別手段25とにより構成される。

【0037】次に、このように構成された本発明第一実施例の動作について説明する。図3は本発明第一実施例におけるプログラム制御回路による送信周波数制御動作の流れを示すフローチャートである。

【0038】プログラム制御回路11は、操作入力によるマニュアル情報を受けると、このマニュアル情報にかかわるマニュアル設定データを読み出し、第一のモード（二周波CW）での周波数切換え回数mおよび第二のモ

ード（FMCW）での周波数掃引回数nの重み付けを行い、操作入力情報に基づく切換え回数mおよび掃引回数nを設定する。

【0039】この切換え回数mおよび掃引回数nが設定されると、まず第一のモードを設定して変調制御手段12に第一のモード設定信号を送出する。変調制御手段12はこの設定信号にしたがって発振器13を制御し送信アンテナ15から時間の経過とともに二つの周波数を交互に切換える二周波CW方式による送信を行う。

【0040】送信波は自車両前方の障害物に当たって反射波となって戻される。この反射波は受信アンテナ21により受信され、混合器23で方向性結合器14からの送信波の一部と混合される。混合された受信波は増幅器24で増幅され受信信号識別手段25に送出される。受信信号識別手段25は受信波の周波数および位相の識別を行いその識別情報をプログラム制御回路11および障害物判定手段4に送出する。

【0041】障害物判定手段4はこの識別情報とプログラム制御回路11からの制御情報に基づき目標となる障害物の有無を判定する。目標となる障害物がある場合にはその相対速度、車間距離およびその状態での危険度を含む障害物データを演算して蓄積する。

【0042】この二周波CW方式により検出される車間距離Rは、光速をC、二つの送信波の位相差を $\Delta\phi$ 、二つの送信波の周波数差を Δf とすると、
$$R = C \cdot \Delta\phi / 4\pi \cdot \Delta f$$
により演算される。

【0043】また、相対速度Vは、ドップラ周波数を f_d 、送信周波数を f_0 とすると、
$$V = C \cdot f_d / 2 \cdot f_0$$
により演算される。

【0044】プログラム制御回路11は、第一のモードでの二周波CW方式による周波数切換え回数がm回に達したときに第二のモードを設定する。この第二のモードでの送信はFMCW方式により行う。すなわち、プログラム制御回路11は、変調制御手段12に第二のモード設定信号を送出し、変調制御手段12はこの設定信号にしたがって発振器13を制御して送信アンテナ15から時間の経過とともに送信周波数をあらかじめ定めた最大周波数と最小周波数との間を掃引しながら送信する。

【0045】この第二のモードによる送信の場合も、自車両前方に障害物がある場合には送信波が反射波となって戻される。この反射波は受信アンテナ21により受信され、混合器22で方向性結合器14からの送信波の一部と混合される。混合された受信波は増幅器24で増幅され受信信号識別手段25に送出される。受信信号識別手段25は受信波の周波数および位相の識別を行いその識別情報をプログラム制御回路11および障害物判定手段4に送出する。

【0046】障害物判定手段4はこの識別情報とプログ

(6)

特開2000-292530

ラム制御回路11からの制御情報に基づき障害物の有無を判定する。障害物がある場合には相対速度、車間距離およびその状態での危険度を含む障害物データを演算して蓄積する。

【0047】このFMCW方式により求められる車間距離Rは、光速をC、FM変調の周波数が増加する区間のビート周波数をfb1、FM変調の周波数が減少する区間のビート周波数をfb2、最大周波数偏移幅をΔF、繰返し周波数をfmとすると、

$$R = C (fb1 + fb2) / 8 \cdot \Delta F \cdot fm$$

により演算される。

【0048】また、相対速度Vは、送信周波数をf0とすると、

$$V = C (fb2 - fb1) / 4 \cdot f0$$

により演算される。

【0049】プログラム制御回路11は、この第二のモードでのFMCW方式により蓄積した障害物データを取り込み、障害物の有無の判定を行い、障害物がある場合には車間距離および相対速度から注目すべき障害物があるか否かを判定する。注目すべき障害物があれば変調特性設定値を見直し、車間距離警報装置、車間クルーズ装置などの制御装置へ注目障害物データを送出する。

【0050】ここで、プログラム制御回路11による障害物データの判定動作について説明する。図4は本発明実施例におけるプログラム制御回路による障害物判定動作の流れを示すフローチャートである。

【0051】プログラム制御回路11は、第一のモードで二周波CW方式により得られた障害物蓄積データと、第二のモードでFMCW方式により得られた障害物蓄積データとを読出し、相対速度が零を示す障害物があるか否かを判定する。

【0052】相対速度が零を示す障害物がない場合には、第一のモードでの二周波CW方式によるデータを用いて、蓄積された過去の障害物データとの対比を行い障害物の有無を判定する。また、相対速度が零近傍の障害物がある場合には、第二のモードでのFMCW方式によるデータを用いて、蓄積された過去の障害物データとの対比を行い障害物の有無の判定を行う。

【0053】この障害物の有無の判定では、あらかじめ備えられた注目障害物判定マップを参照して、障害物との距離、自車の速度、障害物となる先行車両の速度、横方向の位置などから現在の相対速度および車間距離によって示される危険の程度を判定する。この判定により得られた注目障害物データは車間距離警報装置、車間クルーズ装置などの制御装置に出力する。

【0054】プログラム制御回路11は、この注目障害物の判定後に変調特性マップを参照して車間距離、自車の速度、障害物となる先行車両との相対速度、横方向の位置などから二周波CW方式およびFMCW方式の変調特性設定値の見直しを行い、変更の必要があるか否かを判定する。

変更の必要がある場合は、周波数切替え回数mおよび周波数掃引回数nの値、変調周波数の幅および変調繰返し周波数の変更を行う。

【0055】この変調特性設定値の見直しは障害物の識別能力に応じて自動的に行う。すなわち、相対速度が零近傍のときには第一のモードでの二周波CW方式による障害物の識別能力は低下する。このような状態のときには二周波CW方式の周波数切替え回数mを小さくして第二のモードでのFMCW方式の周波数掃引回数nを大きくする。相対速度が零近傍以外のときにはFMCW方式による障害物の識別能力は低下するので、二周波CW方式の周波数切替え回数mを大きくしてFMCW方式の周波数掃引回数nを小さくする。

【0056】さらに、第二のモードでのFMCW方式による周波数掃引を行っているときに相対速度が変化すると障害物識別能力が変化するので、このような状態のときには第二のモードでの変調周波数幅、変調信号の繰返し周波数、変調周波数の高低の変化の組み合わせを変更する。

【0057】FMCW方式による送受信波は、三角波の直線性精度が相対速度精度および車間距離精度に影響を与えるが、この方式は相対速度が零近傍での障害物の有無の検知、すなわち三角波変調によるビート周波数の有無の測定のみを利用されるので、三角波の直線性が悪くてもその影響はない。

【0058】また、FMCW方式の変調幅は二周波CW方式の変調幅と同じ（約800kHz）であれば十分に機能をはたすことができるので、一つの発振器から両方式による送信波を発生させることができる。

【0059】プログラム制御回路11は、二周波CW方式の周波数切替え回数mおよびFMCW方式の周波数掃引回数nが操作入力により設定されたときには、その設定値にしたがって周波数切替えおよび周波数掃引を行う。

【0060】本第一実施例では図1に示すように送信アンテナ15および受信アンテナ21の二つのアンテナを備えた例について説明したが、サーキュレータを使用するなどの方策により、送信アンテナ15および受信アンテナ21を共用した一つのアンテナで構成することができる。

【0061】（第二実施例）本発明第二実施例は、図1に示す第一実施例同様に構成され、図5に示すように、二周波CW方式による第一のモードで二つの周波数の切換えをm回行い、続いて、FMCW方式による第二のモードで時間の経過とともにあらかじめ定められた周波数までの上昇方向の周波数掃引をn回行う。これを連続して繰り返す。本第二実施例の場合も障害物の判定および変調特性設定値の見直しは第一実施例同様に行われる。

【0062】図5にはFMCW方式による周波数掃引を上昇方向に行うことが示されているが、高い周波数から

(7)

特開2000-292530

低い周波数への下降方向に掃引することもでき、この場合も同様の効果を得ることができる。

【0063】（第三実施例）本発明第三実施例は、図1に示す第一実施例同様に構成され、図6に示すように、二周波CW方式による第一のモードで二つの周波数の切替を m 回行い、続いて、FMCW方式による第二のモードで時間の経過とともにあらかじめ定められた最大周波数まで上昇方向に掃引し、この最大周波数に達したときにあらかじめ定められた最小周波数まで下降方向に掃引するサイクルを n 回行う。これを連続して繰り返す。本第三実施例の場合も変調周波数幅および繰り返し周波数を障害物の識別能力に応じて変更することが可能であり、障害物の判定および変調特性設定値の見直しも第一実施例同様に行われる。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、安価な構成で高い精度の検知性能が得られる二周波CW方式と、相対速度が零のときにも障害物を検知することができるFMCW方式とを組合せることにより、それぞれの方式のもつ利点を生かしたレーダ装置を簡単な回路構成で実現することができる。これにより、通常の走行状態においては、他車から送信される電波に影響されない高精度の車間距離検知を行うことができ、また、相対速度が零近傍になったときにも障害物を確実に検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の要部の構成を示すブロック図。

【図2】本第一実施例の送信周波数の変化を示す動作タイミング図。

【図3】本発明第一実施例におけるプログラム制御回路

による送信周波数制御動作の流れを示すフローチャート。

【図4】本発明第一実施例におけるプログラム制御回路による障害物判定動作の流れを示すフローチャート。

【図5】本発明第二実施例の送信周波数の変化を示す動作タイミング図。

【図6】本発明第三実施例の送信周波数の変化を示す動作タイミング図。

【図7】（a）はFMCW方式による相対速度が零のときの送・受信波の波形を示す図、（b）はそのビート信号の波形を示す図。

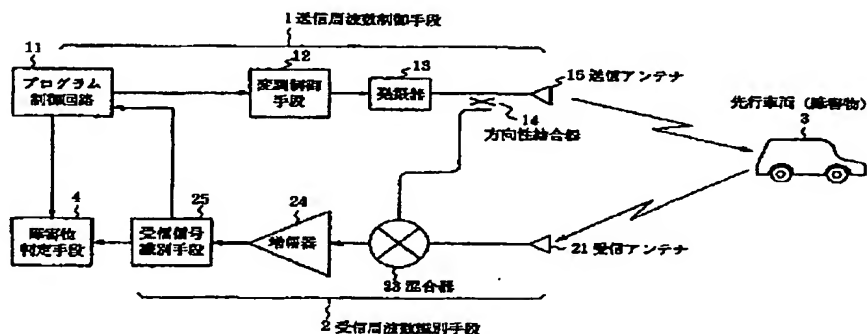
【図8】（a）はFMCW方式による相対速度があるときの送・受信波の波形を示す図、（b）はそのビート信号の波形を示す図。

【図9】（a）は二周波CW方式による送・受信波の波形を示す図、（b）はそのビート信号の波形を示す図。

【符号の説明】

- 1 送信周波数制御手段
- 2 受信周波数識別手段
- 3 先行車両（障害物）
- 11 プログラム制御回路
- 12 変調制御手段
- 13 発振器
- 14 方向性結合器
- 15 送信アンテナ
- 21 受信アンテナ
- 23 混合器
- 24 増幅器
- 25 受信信号識別手段

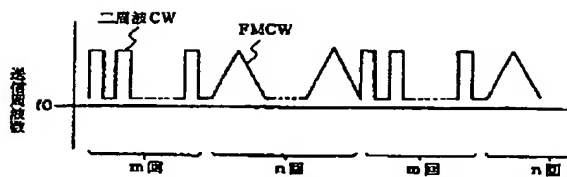
【図1】



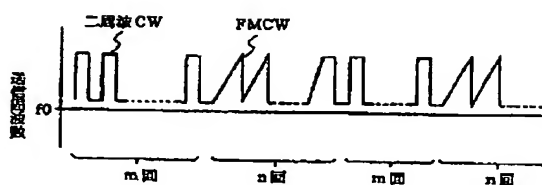
(8)

特開2000-292530

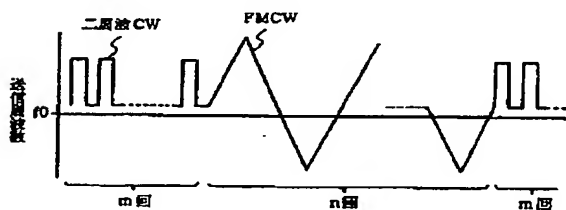
【図2】



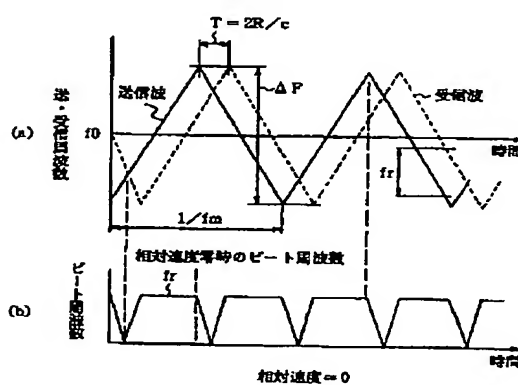
【図5】



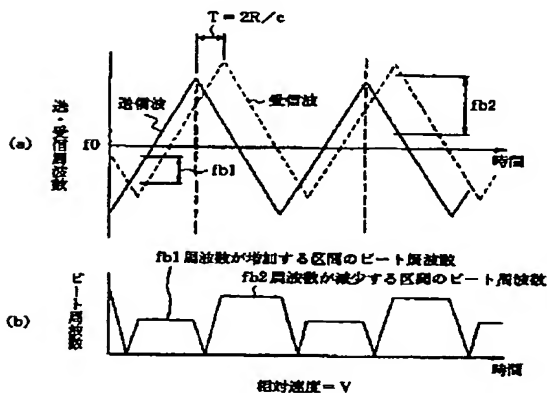
【図6】



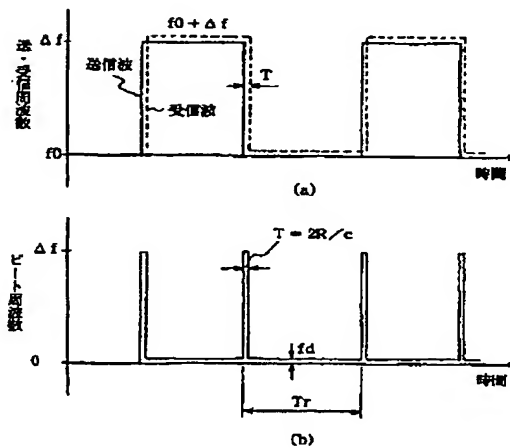
【図7】



【図8】



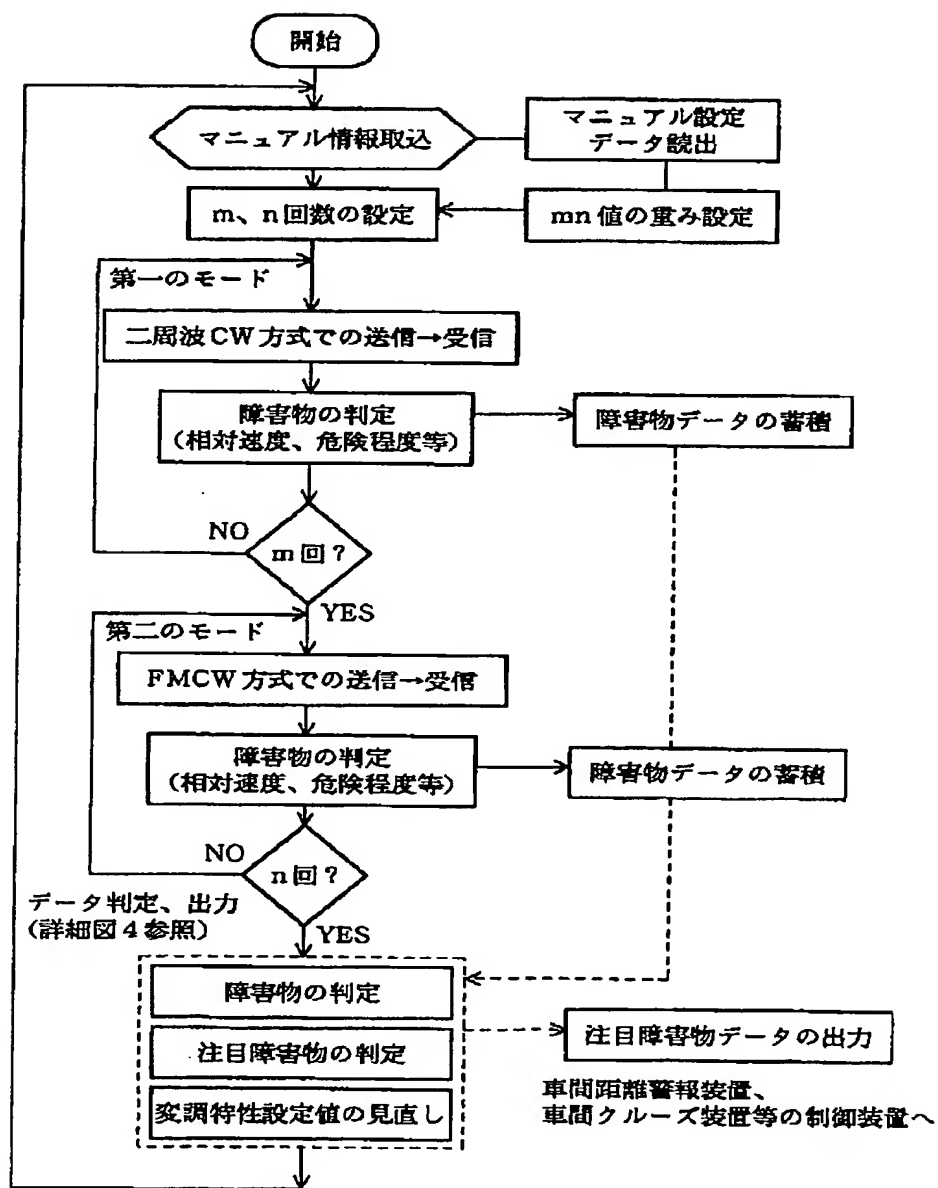
【図9】



(9)

特開2000-292530

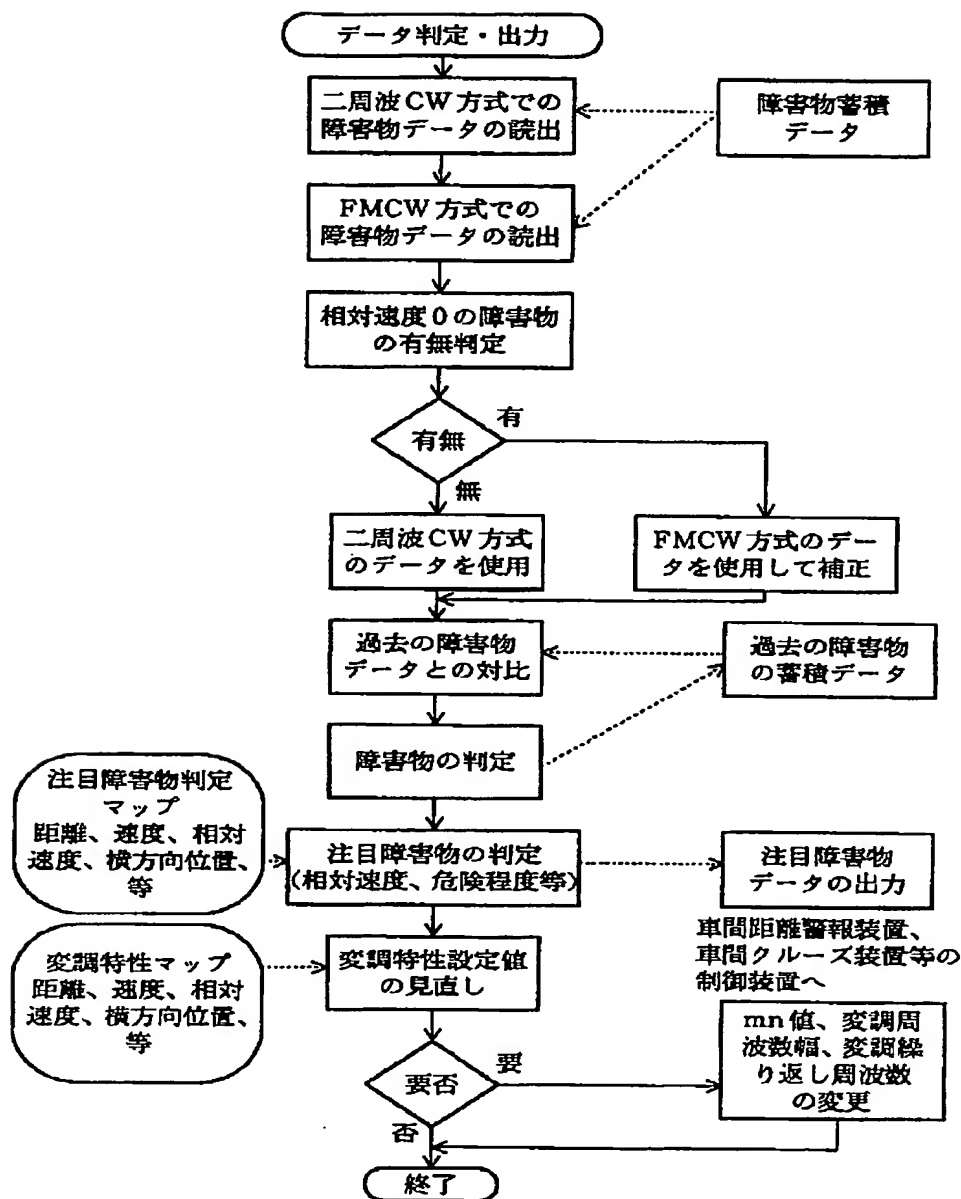
【図3】



(10)

特開2000-292530

【図4】



(11)

特開2000-292530

フロントページの続き

(72) 発明者 石坂 宏幸

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
自動車工業株式会社内

Fターム(参考) 5J070 AB17 AC04 AC06 AD02 AE01
AF03 AK22